

## ELECTRIC SPARK PLUG FOR AUTOMOTIVE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent Number: JP52036237

Publication date: 1977-03-19

Inventor(s): KOTO HIROYUKI; others: 01

Applicant(s):: SHINKOSUMOSU DENKI KK

Requested Patent:  JP52036237

Application Number: JP19750110873 19750916

Priority Number(s):

IPC Classification: H01T13/20 ; H01T13/32

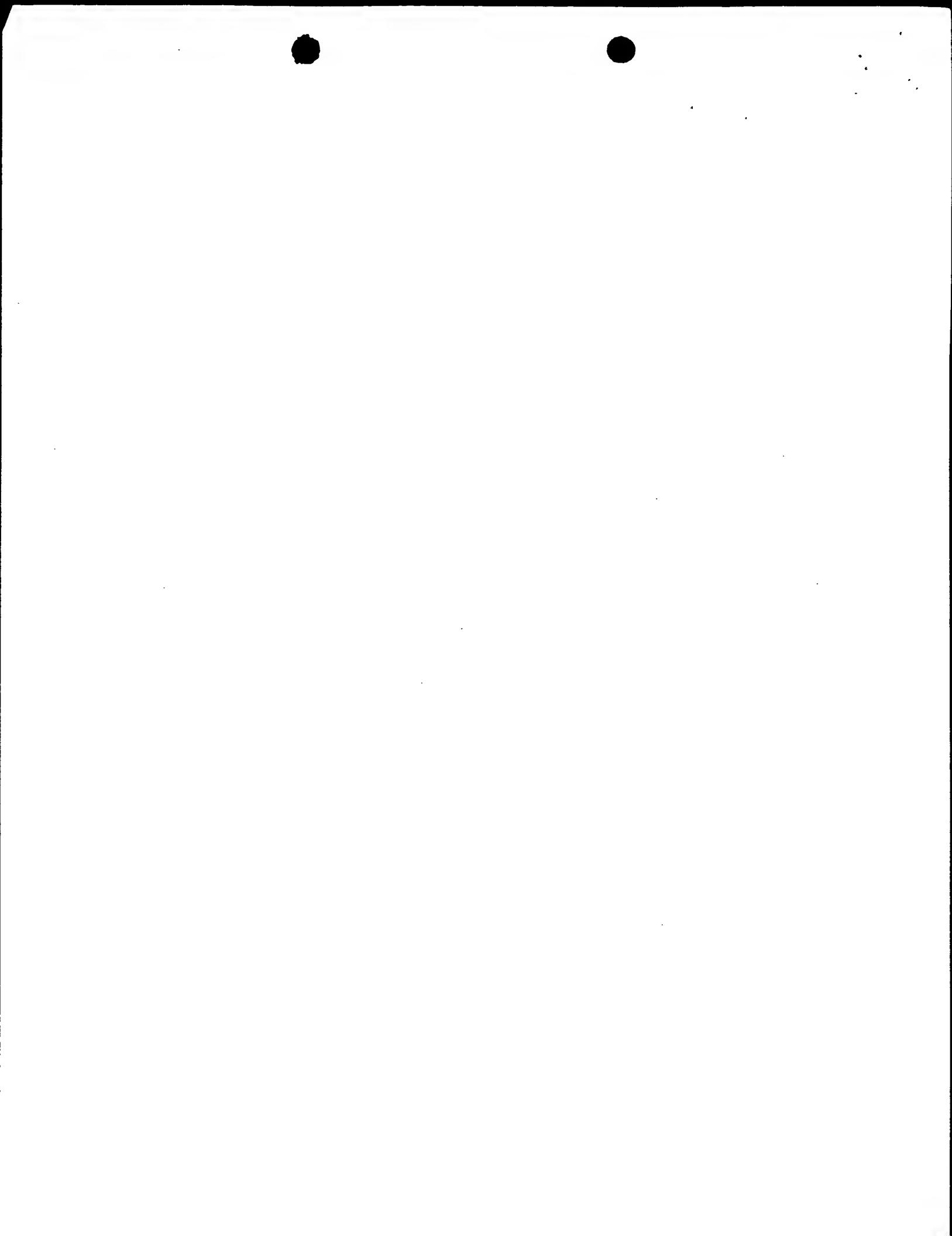
EC Classification:

Equivalents:

### Abstract

PURPOSE: The spark plug to improve the ignitability enlarged a ranges of air fuel ratio at the ignition limit, improving the shape of electrode.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



使用済みの頃います



2000年 2月 2000年  
(4000円) 許

類 H (1977年3月15日)

昭和52年3月15日

特許庁長官 著者登録

1. 発明の名前 内燃機関用電気火花点火装置

2. 特許請求の範囲に記載された発明の数 2

3. 発明者 岸本義之

東京都新宿区歌舞伎町2丁目2番地54

岸本義之 (ほか1名)

4. 特許出願人 大阪府大正区西中2丁目5番4号

株式会社電機株式会社

代表取締役 岸本義之

5. 代理人 平川

東京都新宿区歌舞伎町2丁目2番地54

小林洋子 (代理人電話番号)

GPO 電話: 小林洋子

6. 添付書類の目録

- (1) 明細書 1通
- (2) 図面 1通
- (3) 説明書 1通
- (4) 材料状 1通
- (5) 出願登録請求書 1通

方 件

52-110373

印

## 明細書

## 1. 発明の名前

内燃機関用電気火花点火装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 高圧電極と接地電極をもつ2電極点火装置において、高圧電極および接地電極を共にそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ同高圧電極および接地電極を共に細電極としたことを特徴とする内燃機関用電気火花点火装置。

(2) 高圧電極、トリガ電極および接地電極をもつ3電極点火装置において、高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべてそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ同高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべて細電極としたことを特徴とする内燃機関用電気火花点火装置。

## 3. 発明の詳細な説明

この発明は、電気火花点火装置を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することを目的とした内燃機関用電気火花点火装置に関するものである。

⑯ 日本国特許庁

## 公開特許公報

⑩ 特開昭 52-36237

⑪ 公開日 昭52.(1977)3.19

⑫ 特願昭 50-110373

⑬ 出願日 昭50.(1975)9.16

審査請求 有 (全14頁)

庁内整理番号

7033 51

⑭ 日本分類

51 G30/

⑮ Int.CI?

H01T 13/20

H01T 13/32

混合気の混合比を例えれば空燃比(空気質量/燃料質量)で表わすとき、電気火花放電によって点火しうる空燃比は、トーチによって点火しうる空燃比よりも大幅に小さい。つまり、燃料の濃い混合気でないと電気火花では点火できないとされてきた。一方、トーチでは爆発限界空燃比の混合気まで点火できる。

もっとも、この爆発限界空燃比はそれほど明確なものではなく、実験装置と判定条件に大きく左右される。直径50.8 mm (2インチ)の管の開口端から田舎端へと下向きに伝はんする火炎が途中で消滅する瞬間が爆発性の高い組を考えることが経験的に知られているに過ぎない。ここではこの方法によって決定された文献値を爆発限界空燃比とみなすこととする。

ガソリン、石油ガス等の液化水素系燃料と空気との混合気を燃焼させて熱力をうる内燃機関においては、燃料を完全燃焼させて  $H_2O$  と  $CO_2$  に酸化させるに必要な量論比(化学当量比、これは燃費が決定される)以上の組合せを含むような空燃比

NO. 0767

付記字図1を接地電極1の先端万回で形成したものがである。

上記のような方法の電極表面火炎を用いた通常のガソリンエンジンには空燃比10~15の燃料過剰の混合気が使われているので、炭化水素、COおよびNO<sub>x</sub>が排気中に含まれている。これを改変するためには火炎付近のみ過剰混合気を形成させて点火し、全体として過剰な混合気を燃焼させるための内燃機関が種々開発されつつある。このような混合空燃比の空間(場所)内分布を形成する方法の他に、空燃比の時間的分布を改善した内燃機関もある。すなわち、液体燃料を使用するとき完全に燃焼していないので、放電点火時の実効空燃比が大きく点火し難い。気化器を改良して液体燃料の燃焼率を高めるならば放電点火時の実効空燃比を小さくし点火し易くすることができる。このような複雑な内燃機関は、コスト上昇を招くのみならず、最適動作条件の調整が困難であり、また、最適状態の安定性に欠け、量産管理技術も煩めて困難にならざるを得ない。

の混合気を使用すれば不完全燃焼生成物である炭化水素(HC)とCOの発生を抑制できる。また、ロータリエンジンのように燃焼室の冷却効率が高い場合か、あるいは燃焼空燃比よりもさらに高い混合気を使う場合に、燃焼温度が約1200°C以下となるときNO<sub>x</sub>の発生も抑制される。

燃焼空燃比はガソリン・空気混合気で約14.8、イソブタン・空気混合気で15.4である。

オ1図(a)、(b)は従来の電極表面火炎の一例を示す要部の断面図および底面図である。

接地電極1は幅2.7mm、長さ約5mm、厚さ1.3mmの耐熱性ニッケル合金からなる平板で、高圧電極2は直径1mmの貴金属合金からなる円柱であり、これら接地電極1と高圧電極2は電極間隙をもつて対向している。

オ2図(a)~(c)は他の従来例を示すもので、高圧電極2はオ1図に示したものと同じく直径1mmの貴金属合金からなる円柱であるが、接地電極1はオ1図と同様の平板にオ2図(a)、(c)に示すように、幅1mm程度、厚さ0.5mm程度のアーバー

この発明は上述の点にかんがみなされたもので、点火棒自身を改良するだけで、点火限界空燃比範囲を拡大し点火限界電極間隔を短縮せんとするものであり、これによって点火限界の排ガス特性の改善を容易にせんとするものである。以下剖面を用いてこの発明を詳細に説明する。

オ3図~オ8図はそれぞれこの発明の2電極点火棒の一実施例を示すもので、オ3図(a)は2電極点火棒全体の断面図、オ3図(b)はオ3図(a)の要部断面図、オ3図(c)は同じく底面図を示し、オ4図(a)、(b)~オ8図(a)、(b)の各実施例においては、各(a)図がオ3図(b)と同様の2電極点火棒の要部断面図を、各(b)図がオ3図(c)と同様の底面図をそれぞれ拡大して示したものである。これらの図において、21は突起した接地電極、22は高圧電極、23は耐熱性ニッケル合金などからなる導電性の電極支持部材、24は電気絕縁性高アルミナ質絶縁からなる絶縁性の電極支持部材、25は外筒、26は中軸、27は高圧電極端子、28はガスケット、29は前記外筒25に形成されたねじであ

り、200は2電極点火棒全体を示し、しは電極間隔、h<sub>1</sub>は前記接地電極21の突起高、h<sub>2</sub>は前記高圧電極22の突起高である。

接地電極21は高圧電極22と電極間隙をもつて対向している。接地電極21および高圧電極22はいずれも耐熱耐性にすぐれた貴金属系合金。例えばPt、Pd、Auなど、またはこれらの合金もしくはニッケル合金などからなる直径1.7mm以下、好ましくは直径1mm以下の細電極とする。

接地電極21は、例えば厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材23から突起高h<sub>1</sub>だけ突起させて構成、打込み、圧入もしくは押し込んでからかしめる等種々の方法で、前記電極支持部材23に固定する。また、前記突起高h<sub>1</sub>は約0.25mm以上になると良好な結果が得られる。接地電極21は電極支持部材23を介して外筒25に接続されており、外筒25は接地電極端子27を収納する。電極支持部材23はオ4図(b)に上示すように先端の幅を狭くするとさらに良い結果が得られる。また、オ5図(a)、(b)、オ

6図(a), (b)にそれぞれ示すように接地電極21と電極支持部材23とは同一台で一体に構成してもよい。すなわち、電極支持部材23としてのたとえば直径1.5 mmの黄銅風系合金もしくは耐熱ニッケル合金からなる棒セオ5 mm(a)のように先端を折り曲げて接地電極21としてもよい。さらに、あらかじめ先端をたとえば長さ0.25 mm以上にわたつて直徑1 mmの円柱に切削加工した電極支持部材23としてのたとえば直徑2 mmの黄銅風系合金からなる棒セオ6 mm(b)のように折り曲げて細くした先端部を接地電極21として用いることもできる。オ6図(a), (b)の実験例では電極支持部材23の棒の大きさを変えることにより、燃焼の適定も容易に行える。

高圧電極32は、たとえば電気絕縁性高アルミナ質繊維からなる電極支持部材24の先端より突起高 $h_2$ だけ突起させて固定され、耐熱ニッケル合金などからなる中軸28を介して高圧電極端子27と接続されている。団記突起高 $h_2$ は0.25 mm以上にしてると良好な結果が得られる。

中間部にあり接地電極31から電極間隙L11に位置する。トリガ電極33は耐熱耐火性にすぐれた黄銅風系合金、もしくはニッケル合金などからなる直徑1.7 mm以下、せっしきは直徑1 mm以下の細電極とする。

トリガ放電の電力は小さく、消耗は少ないからトリガ電極33は先端をとがらすこともできる。トリガ電極33はたとえば直徑2 mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材34に突起高 $h_3$ だけ突起させて固定するが、突起高 $h_3$ は0.25 mm以上にすると良い結果が得られる。トリガ電極33は電極支持部材36を介してトリガ電極端子40と接続されている。この3電極点火栓300の使用にあたってはトリガ電極端子40は抵抗器あるいはコンデンサーを介して高圧電極端子39あるいは接地電極端子に相当する外周37に接続するならば、トリガ放電用の特別な電源を用いなくても2電極点火栓用の点火電源で駆動することもできる。

次にこの発明による点火時の空気・燃料混合気に対する点火特性を説明する。上述したようにこ

オ7図(a), (b)は接地電極21と高圧電極32とを横向きに对向させた例を示し、また、オ8図(a), (b)は同じく横向きに对向させた接地電極21と高圧電極32とを永久に組み合つた例を示す。既報として接地電極21と高圧電極32と3組以上あってもよいことは言うまでもない。

オ9図(a), (b)はこの発明の3電極点火栓の一実施例を示すもので、31は突起した接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、34、35、38はそれぞれ接地電極、高圧電極、トリガ電極の電極支持部材、37は外周、39は中軸、391は高圧電極端子、40はトリガ電極端子、41はガスケット、42はねじ、300は3電極点火栓全体を示す。このうち接地電極31と高圧電極32とは主電極間隙L11をへだてて対向している。団記接地電極31と高圧電極32はそれぞれの電極支持部材34、35から0.25 mm以上に突起させて固定されている。直徑1.7 mm以下の無電極で、これまで述べた2電極点火栓の場合と同様の方法で構成できる。トリガ電極33は接地電極31と高圧電極32との

の発明の特徴は電極部の構造にあるから、主として2電極点火栓に関する詳しく述べる。オ3図における高圧電極22および接地電極21の両方を組電極とし、かつそれぞれの電極支持部材23、24から突起させると点火条件が改善され、十分に長い混合気に点火できる事実を明確かつ詳細に説明するために、放電開始間隔が大きくとれる1気圧放合気についての実験例をオ10図、オ11図、およびオ12図に示す。この実験例では点火限界空燃比を定量的に正確に求めるために、液体燃料を避けインゴンガスを使用した。

オ10図は点火限界空燃比領域の電極間隙値を示す。横軸は電極間隙L、左側原點はイソブタン空燃比、右側原點はガソリン換算空燃比を表す。曲線Uはこの発明によるオ3図(a)～(c)に示した2電極点火栓200 K、高出力型のイグニッシャコイル(一次定格12 V, 4.1 A、蓄積エネルギー72 mJ)をセミトランジスタ開閉器で作動させて発生した35 KVの尖端電圧を印加した場合の点火限界空燃比曲線であり、曲線Uより下の領域が点

火可燃であることを示す。この場合、2電極点火栓200の接地電極21および高圧電極22には共に直径1mmの白金円柱を用い、それぞれの電極支持部材23、24からの突起高は $h_1 = h_2 = 1\text{ mm}$ とした。接地電極21の電極支持部材23には厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱ニッケル合金を用いた。また、曲線Vは接地電極21および高圧電極22と共に直径2.55mmの耐熱ニッケル合金円柱<sup>白金円柱</sup>を用い、それぞれの電極支持部材23、24からの突起高は $h_1 = h_2 = 5\text{ mm}$ とした点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合である。また、曲線Wはオ1図(a)、(b)に示した従来の放電極点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合である。なお、上記実験例の2電極点火栓200では高圧電極22には突起高 $h_2 = 1\text{ mm}$ で、直径1mmの貴金属系円柱を用いてはいるが、オ1図(a)、(b)に示した従来の接地電極1には厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱ニッケル合金をそのまま用い、接地電極を突出させていない。曲線Wはオ2図(a)、(c)に示したような接地電極板の長さ方向にU字

線1'を形成した従来の放電極点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合の特性を示す。水平点線X<sub>1</sub>は点火限界空燃比レベル、水平点線X<sub>2</sub>は爆発限界空燃比レベル、水平点線X<sub>3</sub>はイソブタン空燃比=20(ガソリン空燃比=17.8)のレベルを示す。垂直点線Y<sub>1</sub>は曲線Uと水平点線X<sub>1</sub>との交点を通る垂線、垂直点線Y<sub>2</sub>は曲線Uと水平点線X<sub>2</sub>との交点を通る垂線を示す。高圧電極22、接地電極21の両方を瞬電極とし、かつそれぞれの電極支持部材23、24から突起高 $h_1$ 、 $h_2$ 突起させると、点火限界空燃比以上の点火可燃範囲および点火限界電極間隔が大幅に拡大されることが曲線Uから一目瞭然である。

オ11図はオ3図(a)～(c)に示したこの発明の2電極点火栓200の接地電極21に用いた直径1mmの白金円柱の電極支持部材23からの突起高 $h_1$ セバーノータとしたときの1気圧のイソブターンー空気混合気についての点火限界空燃比領域の電極間隔依存の実験結果を示す。電極支持部材23は厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの形状であってオ3

図(b)およびオ3図(c)に示すような位置に引柱電極が突起している。高圧電極22には同じく直径1mmの白金円柱を用い、突起高 $h_2$ は1mm一定とした。オ11図において、曲線Aは接地電極21の突起高 $h_1$ が $h_1 = 0\text{ mm}$ 、曲線Bは同じく $h_1 = 0.07\text{ mm}$ 、曲線Cは同じく $h_1 = 0.14\text{ mm}$ 、曲線Dは同じく $h_1 = 0.25\text{ mm}$ 、曲線Eは同じく $h_1 = 0.5\text{ mm}$ 、曲線Fは同じく $h_1 = 2.0\text{ mm}$ の場合の点火限界空燃比一電極間隔曲線をそれぞれあらわす。接地電極21の突起高 $h_1$ を増大させるとときに点火可燃領域が拡大することが明らかである。

オ12図はオ11図に示した実験結果を電極間隔Lをパラメータとし、接地電極21の突起高 $h_1$ を横軸にとってグラフ化したものである。この図で、曲線Jは電極間隔Lが $L = 0.85\text{ mm}$ 、曲線Nは同じく $L = 0.9\text{ mm}$ 、曲線Oは同じく $L = 1.0\text{ mm}$ 、曲線Pは同じく $L = 1.25\text{ mm}$ 、曲線Qは同じく $L = 1.5\text{ mm}$ 、曲線Rは同じく $L = 2.0\text{ mm}$ の場合の点火限界空燃比一接地電極突起高曲線をそれぞれ表わす。いずれの電極間隔においても接地電極21の

突起高 $h_1$ が約0.25mmまでは、突起高 $h_1$ の増大と共に点火限界空燃比が直線的に増大するが、突起高 $h_1$ が約0.25mm以上では突起高 $h_1$ の増大とともに点火限界空燃比の増大はきわめてゆるやかであることがわかる。

上述したような点火限界空燃比の電極間隔、電極大きさ、および電極支持部材からの電極突起高依存の作用機構を以下に説明する。

放電により混合気が電気火花のごく周辺で局所的に燃焼して火だねができるが、放電は短時間に終了してしまう。放電終了後は火だね自身がもつ熱力学的量すなわち、エンタルピー、密度および圧力の消失によって以後の燃焼が決定される。火だねを中心とする燃焼場が広がるために、火だねは周辺の混合気に自己の熱力学的量を与えるなければならない。このとき、火だねの熱力学的量は消費される。混合気に与えられた熱力学的量が混合気の燃焼限界以下であるとき混合気は燃焼し、燃焼混合気ははじめに与えられた熱力学的量より大きい

熱力学的量を新たに発生させるので、火だねは成長する。火だねが単位体積だけ拡大成長するとときに新しい混合気の燃焼によって発生する熱力学的量は、単位体積中の燃料の量、すなわち、燃料密度に依存する。燃料密度は空燃比が小なる程、また、空燃比が大なる程大きい。従って、火だね内の熱力学的量の放送が一定のときは空燃比が小さく、空燃比が大なるとき点火燃焼の持続条件は有りとなる。また、火だね内の熱力学的量の放送を小さくすれば、点火燃焼の持続条件に適する空燃比は大きく、空燃比は小さくすることができる。さらに言うならば、火だね内の熱力学的量の放送過程の中、可燃性混合気以外への放送を小さくすることが決定的に重要である。

いま、電極間隔の伸長、電極大きさの減少、および電極支持部材からの電極突起高の増大に伴つて点火限界空燃比が増大することを説明するのであるから、火だね内の熱力学的量の放送過程の電極間隔、電極大きさ、電極突起高依存について説明すればよい。

境界層の厚さ $\delta$ は次式で与えられる。

$$\delta \sim \sqrt{\frac{Vt}{u_0}} \quad \dots \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここで $V$ は流れにそった固体壁の長さであつて、その平均値はここでは円柱電極の断面の半径と同程度と考えることができる。火だね直角を約600度とすると火だねの運動粘性率 $\sim 0.26 \text{ cm}^2/\text{s}$ とみなせる。ブターン空気の火炎速度 $u_0 \sim 20 \text{ cm}/\text{s}$ とみなせるから境界層の厚さ $\delta$ は、

$$\delta \sim 0.11 \sqrt{t} \quad \dots \dots \dots \dots \quad (2)$$

で与えられる。  
すなはち

いま電極半径 $r_1 = 0.05 \text{ cm}$ について

$$\delta_1 \sim 0.025 \text{ cm} = 0.25 \text{ mm} \quad \dots \dots \dots \dots \quad (3)$$

大電極半径 $r_2 = 0.128 \text{ cm}$ について

$$\delta_2 \sim 0.039 \text{ cm} = 0.39 \text{ mm} \quad \dots \dots \dots \dots \quad (4)$$

が得られる。

これら境界層内の火炎の運動エネルギーおよび運動量は内部摩擦損失として失われる。いまもし電極間隔 $l \leq 2\delta$ であるならば火だねの成長は困難となる。この場合は混合気の空燃比が小さく

混合気の燃焼は必ず気体の運動を伴う。すなわち燃焼の過程は単に化学的な現象あるいは單なる発光現象ではなく、液体力学的および熱力学的現象でもある。換言すれば、火だね気体における分子分子の輸送(拡散)とエネルギーの輸送(熱伝導)のはじ~~運動量~~の輸送(粘性摩擦)と結合的と考えなければならない。特に電気火花点火においては火だねに接する電極および電極支持部材の固体壁を通しての直接的な損失よりも同部材表面との粘性摩擦による気体の液体力学的減速損失を重視しなければならない。すなわち、火だね内の気体は火だね外の気体にくらべてその温度のみならず圧力も十分に大きい。この圧力差にもとづく気体の運動が生じる。この気体は運動粘性率 $\eta$ をもつた粘性流体であるから固体壁に接した境界層の厚さ $\delta$ の薄い層内では固体壁に平行方向の気体の移動速度は急速に減少して固体壁ではゼロとなる境界層が存在する。この境界層の外では、界面のない運動に対応したボアンシャル流による速度 $u$ の気体の流れ(冲合主流)が実現される。

火だねの熱力学的量の密度が高くとも火だねは立ち消えせざるを得ないので、 $2\delta$ が消炎距離を与えることになる。すなわち、消炎距離は $\delta$ の10倍において点火限界空燃比一電極間距離曲線が空燃比に依存しない領域つまり曲線がほぼ垂直になる電極間隔に等しい。

$\delta$ の10倍における曲線 $W$ は $r_1 = 0.05 \text{ cm}$ の細電極を高圧電極 $22$ としてえられた既定値であつて、消炎距離の実測値は $0.5 \text{ mm}$ である。これは $\delta$ の式を用いれば $2\delta_1$ に等しい。 $\delta$ の10倍における曲線 $V$ は $r_2 = 0.128 \text{ cm}$ の大電極によりえられたものであつて、消炎距離の実測値は $0.8 \text{ mm}$ である。これは $\delta$ の式を用いれば $2\delta_2$ に等しい。

$\delta$ の10倍における曲線 $W$ は $r_1 = 0.05 \text{ cm}$ の細電極を高圧電極 $2$ として長さ $5 \text{ mm}$ の板状の電極を接地電極 $1$ としたときの $\delta$ の(a), (b)に示すタイプでの既定値である。板電極を削して $\delta$ の式の $l$ を長さの $1/2$ として $r_1 = 0.25 \text{ cm}$ とおくとき、 $\delta_1 = 0.055 \text{ cm}$ が得られる。消炎距離として $\delta_1 + \delta_2 = 0.08 \text{ cm} = 0.8 \text{ mm}$ が算出され、実測値と一致す

Gap < 実測値  $\cdots \times$

る。このことに板状の接地電極 1 に立火穴にとっておいて有効であって、中心電極のみを用意等としてもその効果は大幅に低減せしめられることを示している。この点、オ10 図中の曲線 W' は曲線 W の立火穴の板状の接地電極 1 に U 字溝 1' を設けることによって、板状の接地電極 1 による火だねの立ち消え効果がある程度軽減できることを示している。これは従来接地電極を囲ませた分だけ火だねから電極間が遠ざかり、電極やによる火だねの熱の直接的な吸収が減少するためとされている。電極間隔を拡大しないで、火だねの燃焼空間を U 字溝 1' によって拡大したものであるから、火だね成長の有効空間長  $L_{eff}$  (オ10 式参照) が大となり、曲線 W' は左方に移動したものと考えられる。しかしながら、接地電極 1 に設けた U 字溝 1' は火だね空間を対称化し、流体力学的に好ましくない凹凸を形成する。このため火だねが成長する過程で伴流を引き起こす。見渡の熱伝導度、粘性および伝熱係数は層流にくらべて湍流に大きいから、火だねの熱力学的量の電極間損失は格段に増大す

オ11 式の  $u_*$  の実効値は大幅に減少するので、電極支持部材表面につくられる境界層の厚さ  $\delta_*$  は突起電極表面に形成される境界層 (例えば  $\delta_1$ ) にくらべてかなり大きい。そのため突起電極の突起高  $b_1$  に拘り、

$$b_1 + \delta_1 \geq \delta_* \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (5)$$

では電極を突起させたことによる伴流の影響が少なくとも粘性摩擦損失に関しては無視でき突起電極半径の約2%のみがれるので、オ12 図に示すように立火限界空燃比は突起高に拘束してはより飽和する。すなわち、

$$b_1 + \delta_1 < \delta_* \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (6)$$

の条件の突起高においては、突起電極間の空間内で成長した火だねが支持部材空間に広がるとき伴流に起因する厚い境界層のために減速せしめられる効果が存在するのでオ12 図に示すように立火限界空燃比は突起高  $b_1$  に拘束する。

オ12 図に示す実験結果は、

$$b_1 + \delta_1 = \delta_* \quad \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (7)$$

の境界条件における接地電極 21 の突起高は  $b_1 =$

特開昭52-36237(公)の立火限界空燃比は減少する。オ10 式の電極間隔の大きな立火限界空燃比曲線  $W'$  に対して U 字溝 1' による接地電極をもつて立火穴の立火限界空燃比曲線  $W''$  が下方へ移るのはこのためである。

しかしながら、板状の接地電極 1 を突起電極としたこの発明の接地電極 21 を用いるとき、火だねの成長抑制効果は大幅に降低される。この突起電極の面積効率は上述した通りであって、突起電極が細い立火穴の成長抑制効果は低減せしめられる。しかし、突起電極を設けたことによって火だね空間の 幾何学的形状に 段差が存在することによるマイナスのプロセスも発生する。すなわち電極間隔の突起電極間空間で発生した火だねの気体の流れが突起電極間の狭い空間から天板電極外の広い空間に広がるとき、火だね気体の運動の向きに増加する圧力をが生じ火だねの広大の流れを妨げる伴流が発生する。この伴流は境界層の中の気体に対しても作用を及ぼす。その結果、突起電極の電極支持部材表面に形成される境界層に拘り、

0.25 mm であることを示しており、その結果、オ13 式を参照して  $b_1 = 0.5 \text{ mm}$  が得られる。この  $b_1$  の値はオ13 図 (b) よびオ13 図 (c) に示すように幅 2.7 mm、長さ約 5 mm の板状の電極支持部材 23 に図示の位置に直径 1 mm の円柱状突起電極を付し接地電極 21 としたときに得られるものである。電極支持部材 23 の幅が更に小さいあるいは突起電極が電極支持部材 23 の先端だけされていくときは  $b_1 < 0.5 \text{ mm}$  となる。オ14 図 (a), (b) よびオ15 図 (a), (b) はこれに相当する。いずれにせよ突起高  $b_1$  が 0.25 mm 以上であれば突起電極を設けたことによるデメリット要出は完全に排除されノリット原因のみが残ることが明らかである。また、後述するように過伝熱の内燃装置においては境界層の厚さは上記 1 気圧昇圧始温合気におけるよりも小さいので、突起高  $b_1$  は約 0.1 mm 以上であればよい。ただし加工精度や使用中における鉛直を考慮すれば約 0.25 mm 以上であることが望しい。

以上は電極間隔しが狭く消炎距離に近い条件下

突出しあ  
0.1 以上

の大だねについて主として説明してきたが  $L_{eff} > 2\delta$   
のときには、

$$L_{eff} = L - 2\delta \quad \dots \dots \dots \dots \quad (8)$$

に薄い厚さの界面のないボンシャル流の領域（沖合主流）が生じる。いまオ(3)式の条件は成立しているものとしている。既にかこまれた空間での液体が定常流であるときはボアズイユの式に従い、そのときは最も十分離れた場所においても冲合主流は生じない。しかし火だねの成長に伴う気体の流れは定常流ではないので冲合主流が生じる。この冲合主流が火だねの成長に対する有効空間長である。オ(4)式はこの有効空間長  $L_{eff}$  の拡大は電極間隔を大きくすることと境界層の厚さ  $\delta_1$  を小さくすることによって達成されることを示している。電極間隔を大きくすることは放電界面図上上の制約があり、境界層の厚さ  $\delta_1$  を小さくするために電極半径  $r$  を小さくすることは電極材料の曲線上の制約があった。しかし現今いずれの制約も残るものではなくなっている。トランジスタダイオダイタにより放電界面間隔は拡大され、貴重

な合金からなる電極により耐熱性は改善されている。反対に両者の方で有効空間長  $L_{eff}$  を拡大することができる。この有効空間長  $L_{eff}$  が拡大されると電気火炎放電でつくられる初期火だねの熱力学的量の固体層による損失割合が減少するので点火限界空燃比は増大する。すなわち点火限界空燃比は有効空間長  $L_{eff}$  と対応関係をもつ。有効空間長  $L_{eff}$  はオ(4)式で与えられるので  $0.25 \text{ mm}$  以上の突起高  $h$  をもつ電極の半径を小さくして境界層の厚さ  $\delta_1$  を減少させることは同一の点火限界空燃比を与える上で電極間隔  $L$  の減少と等価である。すなわち、オ(4)式において太さ  $h$  に関する点火限界空燃比曲線  $V$  はこれを細電極とするとき  $\delta_1 = 2(\delta_2 - \delta_1) = 2(0.39 - 0.25) = 0.28 \text{ mm}$  だけ左方へ移動して点火限界空燃比曲線  $V$  にはば直なることとなる。このように電極半径  $r$  の効果は電極間隔  $L$  に等価変換されるので以下の説明では電極間隔  $L$  の効果のみについて詳述する。

火だね成長の有効空間長  $L_{eff}$  がゼロ以上で電極間隔  $L$  が大きくなるに伴って固体層損失の割合は

次第に低下し火だねは成長し易くなり点火限界空燃比は次第に増大する。しかし火だねの熱力学的量の損失は固体層損失以外に火だねの成長プロセス自身にも含まれている。すなわち、電極間隔の小さな領域では、主に粘性底流のため電極間に近づくほど火だねの摩擦速度は小さくなり、火だねは球形に近くなる。球形火だね内の熱力学的量の火だね成長に伴う未燃焼気相への散逸は火だね半径  $r$  の  $2^{\frac{1}{2}}$ 乗に逆比例して増大する。電極間隔をさらに増大させるならば火だねは円柱形となり、円柱形火だねの熱力学的量の未燃焼気相への火だね成長における散逸は円柱の半径に逆比例する。すなわち、火だねの半径の増大に伴う熱力学的量の散逸は球形火だねより少なくてすむ。そのため点火限界空燃比は次第に上昇する。火だねが円柱形に達したときは両端の電極間の割合は減少し点火限界空燃比—電極間隔曲線は飽和傾向を示すようになる。オ(10)図に示す曲線はいずれも電極間隔  $L$  の増大に伴って火だね形状が扁平（曲線の最高値）から球形を経て円柱形（曲線の水平領域）

への移行および電極間損失の相対的低下に対応して増大する点火限界空燃比をあらわしている。

これまでに1気圧の非圧縮混合気についての実験結果をもとにして述べてきたが、通常内燃機関は圧縮混含気を用いる。

圧縮比が増すに従って点火限界空燃比が上昇し点火限界電極間隔が減少する作用は次のように説明される。

(I) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だね内から未燃焼気相へ供給されるべき火だねの成長に必要な熱力学的量が減少される。

(II) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だねの内と外の熱力学的量の差が減少するので、火だね内の熱力学的量の散逸が減少する。

(III) 混合気が圧縮されたとき、火だねの成長、すなわち、球形または円柱形の火だねの半径の増大による火だね内の熱力学的量の減衰が、上記(I)および(II)の過程のため緩められるのに対し、混合気

点火界空燃比一電極間隙曲線は著者等の内燃機関においては1気圧昇圧率時の0.10回に示す曲線よりも左および上方に移動する。

しかしながら実際の内燃機関を著者等が下で規定された点火界空燃比一電極間隙曲線上の条件で使用することはできない。この曲線よりも十分F右方の安全領域を利用しなければならない。オ10回における曲線Wは従来例の点火栓を1気圧昇圧率混合気で用いて得た点火界空燃比一電極間隙曲線であって、消炎距離は0.83 mmとなつてゐる。しかるにこの点火栓は実際の内燃機関の内燃機関の仕様に応じて0.5～0.8 mmで使用することができる。従ってオ10回に示す1気圧昇圧率混合気について得られた点火界空燃比一電極間隙曲線は実際の内燃機関では十分な安定点火領域内であるので、この曲線を動作基準曲線とみなすことは合理的である。

オ10回において曲線Uと直線X<sub>1</sub>（量論空燃比レベル）との交叉に対応する電極間隙LはL=0.62 mmである。また、曲線Uと直線X<sub>2</sub>（イソ

が圧縮されているときは混合半径の拡大によって新たに発生付加される熱力学的効率は大きくなる。これは圧縮されているときは、混合気のはず燃焼率が大きいためであつて、混合気が濃い、すなわち空燃比が小さいことと等価である。

(M) 内燃機関の点火栓の初期を除いて先行する点火電極のため点火栓の温度は400～800℃程度に上昇しているので電極間による直接的な熱損失は少なくてすむ。

(V) 燃燒は離れた混合気が突起電極またはそれらの電極支持部材の表面に形成する境界層の厚さとは高くなるほど減少する（ボアソンの断熱方程式をオ10回に用いればよりは絶対温度に逆比例する）。運転時の内燃機関における火だね気室内調査するよりは前述した1気圧昇圧率時の約1/2～1/3程度になる。

以上を要約するならば、点火栓電極の形状に関係なく混合気が圧縮されると、火だねの成長に伴う熱力学的効率の損失が減り利得が増し同時に火だね成長の有効電極間隔が増すことになる。従って..

実験  
ブラン空燃比=20、ガソリン空燃比=17.8のレベルを示すとの交叉に対応する電極間隙LはL=1.59 mmである。すなわち、高圧電極22および接地電極21を共に電極支持部材23、24から0.25 mm以上突起せしめると同時に内径1 mmの細電極とした点火栓は、その電極間隙LがL=0.62 mmのとき量論空燃比の混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができ、L=1.59 mmのとき空燃比=20のインブラン混合気または空燃比=17.8のガソリン混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができる。

百数の高出力気缸内シリンジコイルモータ版のセミトランジスタ開閉器で作動させ発生した35 KVの尖端電圧パルスによる8気圧昇圧率混合気中の点火界空燃比は2 mmであるから上記のような混合気内燃機関の電気火花点火による運転は容易である。いすゞ自動車株式会社製のいすゞ117ターベXT型のガソリンエンジン（復式O180 SK、水冷4サイクル、頭上弁單気筒式、圧縮比8.7、総排気量=18170 cc、1973年式、之行距離約3

万Km）K調する実験において化油器アイドルスクリュー調整のみで空燃比を十分大きくすることによってアイドリング時CO排出濃度が0.1%、HC排出濃度250 ppmの状態を実現することができた。この条件下での通常走行における運転性能および燃費性能には何の不都合も生じていない。

少なくともロータリエンジンでは空燃比が量論比に近ければ特別に補助混合気を用いなくとも供給条件は大幅に改善される。

一方、内燃機関の通常の点火栓を用いるときは点火栓の電極間隙Lは0.8 mm以下であることが望しい。電極間隙LがL=0.8 mmのとき、上述の点火栓動作基準曲線が量論空燃比直線X<sub>1</sub>と又わるような点火栓の電極間隙は1.7 mmとなることが、実験および計算から求められた。もちろんこの電極は電極支持部材23、24からそれぞれ0.25 mm以上突起したものについてである。すなわち、高圧電極22および接地電極21が共に、1.7 mm以下の直径であると同時にその電極支持部材23、24から0.25 mm以上突起している点火栓を用いるならば、

電極点火棒200について上述したのと同様に点火距離の減少、点火限界空燃比の増大が認められた。

従来、点火限界空燃比を大ならしめるためには、点火棒の高圧電極および接地電極を共に突起せしめると同時に脚電極とすることが有効であるが、一方、さらに電極間隔を長くすることも有効である。点火パルスの尖端値を一定のまゝで、放電限界間隔を大ならしめるために3電極点火棒を用いることができる。すなわち、同一の点火パルスを用いることとき3電極点火棒の放電限界主電極間隔は2電極点火棒の放電限界間隔の1.75倍に拡大される。このようないずれも点火棒の火だね成長のため的有效空間長を大ならしめろべく、高圧電極32、トリガ電極33および接地電極31をすべて脚電極とし、かつこれらすべての電極をそれとの電極交換部材34、35、36から想起させたオフタ(4)、(b)に示すようないずれも点火棒300を用いるならば、2

ロータリ型、あるいは気化器給式、燃料噴射式等の各種のものに適用できる。

特に燃焼室が扁平でかつ移動するロータリエンジンでは混合気の渦流の分布ができる。相対的に長い領域の混合気が従来の電気火花で点火された場合には、相対的に長い領域の混合気の絶対速度は極めて高くなるのでロータリエンジンの燃焼室の全周の平均の空燃比は非常に小さいものとなり、H<sub>2</sub>OおよびCOの排出が大で燃料消費率が高くなる。このようなロータリエンジンあるいは個々の方法で人为的に混合気の渦流を生ぜしめる底燃焼エンジンにおいて、一つの燃焼室に2個以上の点火棒を設ける必要のある場合にもこの発明の点火棒を使用することが容易であり、長い混合気領域の点火燃焼を簡単に実現することができる。H<sub>2</sub>OおよびCOの排出減少と燃料消費率の低減をはかることができる。

ガソリン等液体燃料を使用する内燃機関の直噴燃焼時には、燃料の蒸気化率が低く、また燃焼速度が低い始動時には、燃料の蒸気化率が低く、また燃焼速度が低い始動時には、燃料の蒸気化率が低く、点火しにくい場合があるが、この

通常の点火電極を用いて点火限界空燃比以上の混合気で内燃機関を運転せしめることができる。ばつてこの発明において点火棒とは直径が1.7mm以下のものとし、大電極とは直径が1.7mmより大きるものとする限界を設定することができる。

点火限界空燃比を大ならしめるためには、点火棒の高圧電極および接地電極を共に突起せしめると同時に脚電極とすることが有効であるが、一方、さらに電極間隔を長くすることも有効である。点火パルスの尖端値を一定のまゝで、放電限界間隔を大ならしめるために3電極点火棒を用いることができる。すなわち、同一の点火パルスを用いることとき3電極点火棒の放電限界主電極間隔は2電極点火棒の放電限界間隔の1.75倍に拡大される。このようないずれも点火棒の火だね成長のため的有效空間長を大ならしめろべく、高圧電極32、トリガ電極33および接地電極31をすべて脚電極とし、かつこれらすべての電極をそれとの電極交換部材34、35、36から想起させたオフタ(4)、(b)に示すようないずれも点火棒300を用いるならば、2

伝導損失および燃焼活性物質の電極壁への伝導被覆過程等によって決まるという推論の域を出でていない。この発明は火だねの成長過程を單なるエネルギー収支を規定せず、火だね気体の熱力学的量すなわちエンタルピー(熱エネルギーと仕事をの和)および圧力、密度の空間分布にもとづく液体力学的挙動を理論的実験的に考察することによって点火条件(点火限界空燃比および点火限界空燃比)を大幅に拡大する点火棒構造を見出したものである。

また、従来の点火棒点火棒は放電極性の効果のみを考慮(高圧電極)のみを脚電極とするなどとされている。この発明は火だねおよびその成長には電気的属性がなく、熱力学および液体力学的過程が支配的な影響を及ぼすことに着目し、すべての電極を脚電極としさらくそれを電極交換部材から想起せしめることにより焰芯の特性改善を実現したものである。

この発明による点火棒の既存の内燃機関への適用はきわめて簡単であり、いわゆるレシプロ型、

発明による点火栓は点火栓界空燃比が大きいので、始動点火も容易となる。

以上詳細に説明したように、この発明は片向するすべての電極を加熱強化して、かつそれぞれの電極支持部材から突起せしめた2電極もしくは3電極点火栓を内燃機関に用い、さらに空燃混合比よりも高い混合気を形成させる燃料供給装置を具備するだけでH.C., COおよびNO<sub>x</sub>の排出量の少ないわゆる低公害エンジンを実現できる。従って内燃機関の構造および作動が簡単であるから、排ガス特性と運動性能および燃費性能とを調和させる技術およびそのような条件を満足する内燃機関の設計技術および品質管理技術の確立が容易である。また、使用過程中のエンジンの低公害化も容易である。

かように点火のメカニズムを追究した結果にもとづくこの発明の点火栓を内燃機関へ適用するならば、現今急進な解決が要求されている排気ガスの問題を低成本で解決することができ、その技術的、社会的意義はきわめて大きいものである。

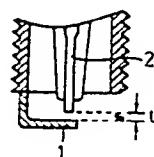
## 図面の簡単な説明

オ1図(a), (b)は従来の単電極点火栓の一例を示す要部のみの断面図および底面図。オ2図(a)～(c)は他の従来例を示すもので、オ2図(a), (c)は同じく要部のみを示すそれぞれの断面図、オ2図(b)はオ1図(a)の底面図。オ3図(a)～(c)はこの発明の2電極点火栓の一実施例を示すもので、オ3図(a)はその断面図、オ3図(b)はオ3図(a)の要部断面図、オ3図(c)は同じく底面図。オ4図(a), (b)～オ8図(a), (b)はこの発明の他の実施例を示すもので、各(a)図は要部の断面図、各(b)図は各(a)図の底面図。オ9図(a), (b)はこの発明の3電極点火栓の一実施例を示すもので、オ9図(a)はその断面図、オ9図(b)はその底面図。オ10図、オ11図はこの発明の点火栓と従来例との対比を示す点火栓界空燃比領域の電極間隔依存性をそれぞれ示す特性図。オ12図はこの発明の点火栓による点火栓界空燃比の電極支持部材からの電極突出高依存性を示す特性図である。

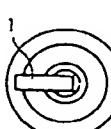
図中、21は接地電極、22は高圧電極、23, 24は電極支持部材、25は外筒、26は中軸、27は高圧電極端子、28はガスケット、29はねじ、200は2電極点火栓、31は接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、300は3電極点火栓である。

代理人 小林裕

第1図

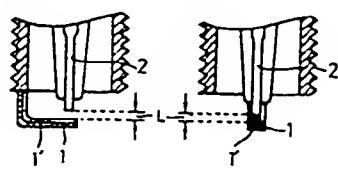


(a)



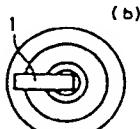
(b)

第2図

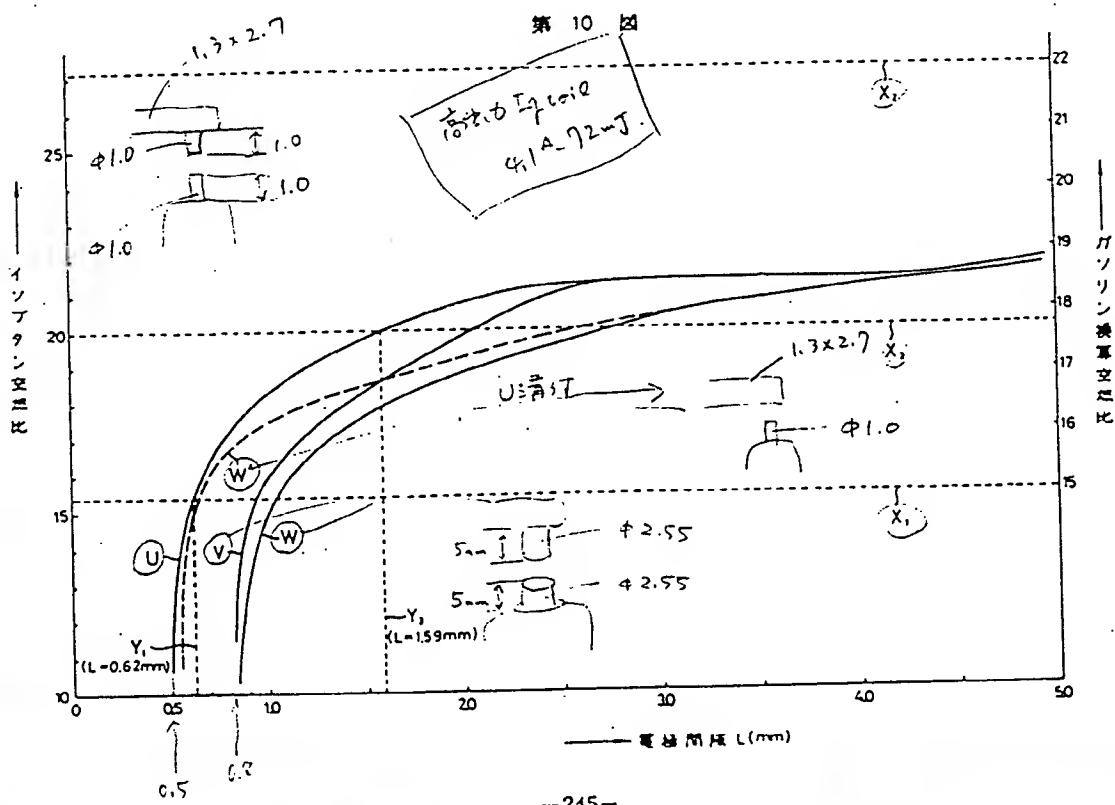
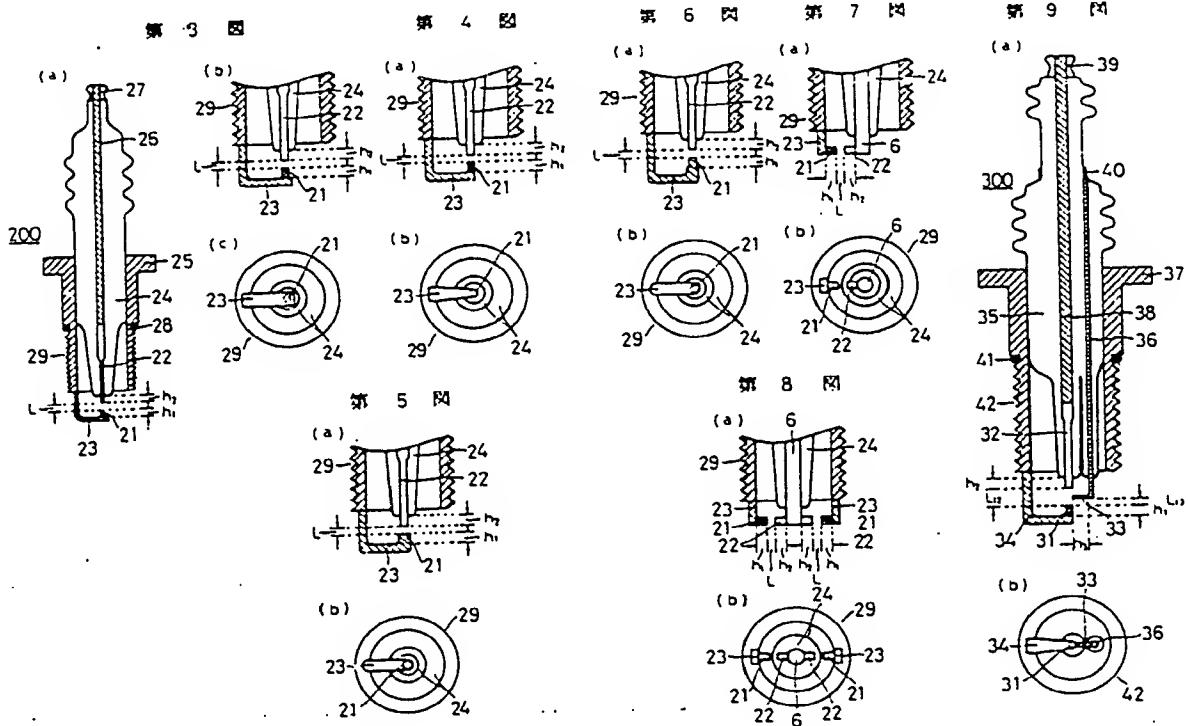


(a)

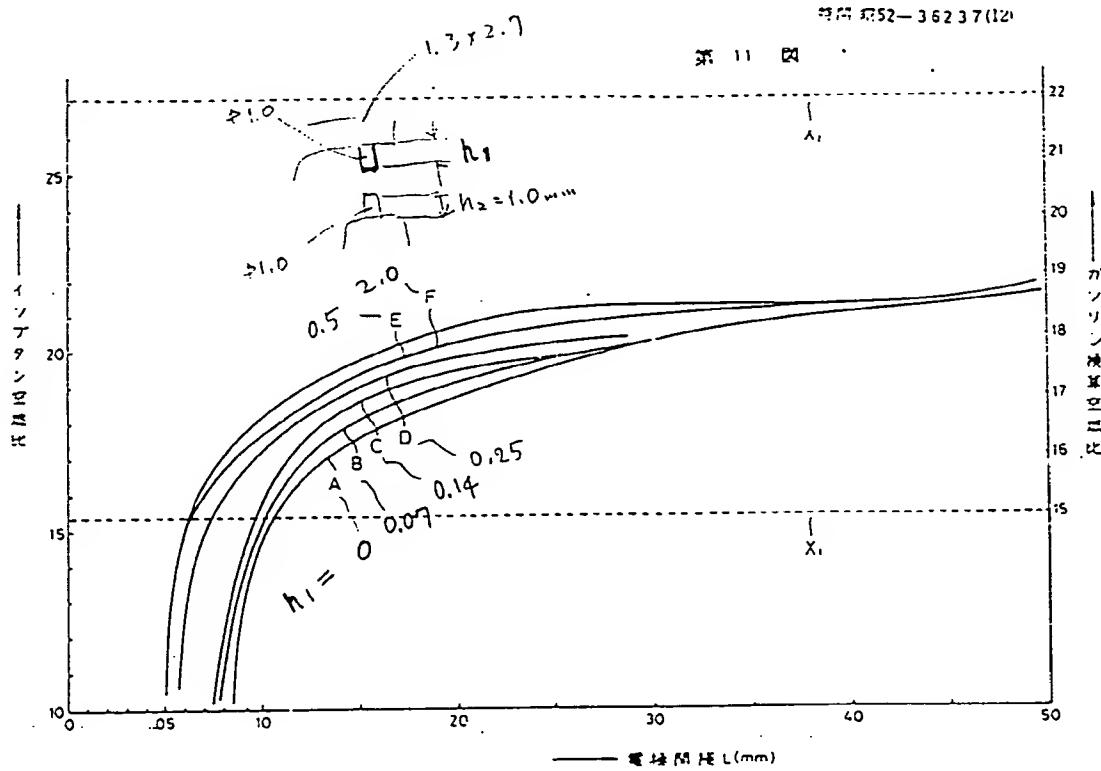
(c)



特許 第52-3623号(II)

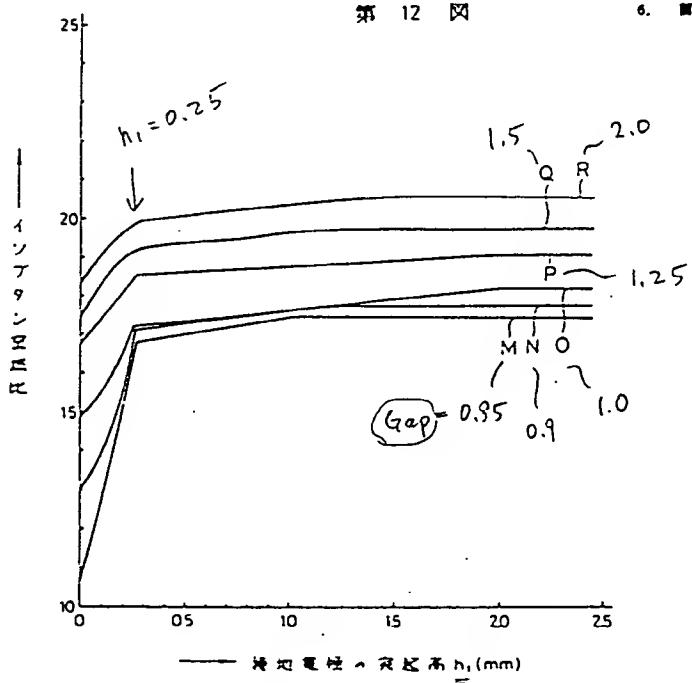


第 11 図



第 12 図

6. 本件以外の発明者

兵庫県尼崎市東園田町6丁目116番地の4  
吉田 肇

No. 777

## 手続補正書(日文)

昭和51年12月15日

## 特許出願官署

1. 事件の表示 特願第50-110873号

2. 発明の名称 自動車用内燃機関用電気火花点火栓

3. 補正をする者  
事件との関係 特許出願人

大阪府大阪市淀川区三津屋中2丁目5番4号

新コスモス電機株式会社

代表者 亞原理一郎

4. 代理人 手101

東京都千代田区神田神保町1丁目15番 本下第2ビル4階  
福田・小林特許事務所 電話(03-977117)  
(7171)弁理士 小林洋

この実現を容易にせんとするものである。すなわち、この発明の点火栓を用い、アイドリング、エンジンブレーキ、定速、加速および減速を含む運転モードにおいて、混合気の空気過剰率がドライバーを操作する混合気合気を形成させることで、H.C.、CO<sub>x</sub>およびNO<sub>x</sub>の排出量の少ない、いわゆる希薄混合気燃焼型の自動車用既公害内燃機関を容易に実現することができる。

(5) 同じく第24頁19行～第26頁2行の「火炎成長の…………をふらわしている。」の箇所を下記のように補正する。

「火炎成長の有効空間長さ」がゼロ以上で燃焼開始しが大きくなるに従つて、火花放電時に形成される初期火炎後の体積が増大する。その結果、火炎核内の単位時間あたりの燃焼反応速度が増大して火炎核からの単位時間あたりの放熱速度を凌駕し得くなるため初期火炎核、つまり火炎ねは成長し易くなる。すなわち、より苛酷な燃耗速度でも直火が実現可能となる。ほつて第10回火栓

## 5. 補正の内容

発明の名義の項、明細書の日本語訳文の英訳の項、発明の詳細な説明の箇所より記述

## 6. 補正の内容

(1) 明細書の第1頁3行の発明の名義を「自動車用内燃機関用電気火花点火栓」と補正する。

(2) 同じく特許請求の範囲を別紙のように補正する。

(3) 同じく第1頁17～20行の「この発明は、……するものである。」の箇所を下記のように補正する。

「この発明は、自動車用内燃機関の電気火花点火栓に関するものであり、電気火花点火栓を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することによつて排ガス特性の優れた自動車用既公害内燃機関を容易に実現することを目的とするものである。」

(4) 同じく第5頁4～5行の「のであり、……である。」の箇所を下記のように補正する。

「のであり、これによつて自動車用既公害内燃機

すように燃焼期間の縮小に伴つて、点火装置容積比は次第に増大する。」

(5) 同じく第26頁17～20行の「(iii)混合気が……と對し、混合気の箇所を「(iii)混合気」と訂正する。

(6) 同じく第35頁7～8行の「より薄い……の排出量の」の箇所を下記のように補正する。  
「よりも薄い混合気を形成させることで混合気供給装置を構成することによつてH.C.、CO<sub>x</sub>およびNO<sub>x</sub>の排出量の」

(7) 第11回を別紙のように補正する。

以上

## 2. 付添説明の範囲

(1) 前記電極と接地電極をしつこく中央点火栓において、前記高圧電極および接地電極と共にそれそれの電極支持部材から突出させ、かつ前記高圧電極および接地電極を共に細電極としたことを特徴とする自動車内燃機関用混合火花点火栓。

(2) 前記電極、トリガ電極および接地電極をしつこく電極点火栓において、前記電極、トリガ電極および接地電極をすべてそれそれの電極支持部材から突出させ、かつ前記高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべて細電極としたことを特徴とする自動車内燃機関用混合火花点火栓。

特許

第 11 図

